

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
اللجنة الدائمة للوقاية من الإشعاعات



التلوث الإشعاعي للبيئة

إعـــداد
د. أحمد بن محمد السريع
أ. حسن عثمان محمد

٧

١٤١٨هـ
١٩٩٨م

سلسلة من النشرات المتخصصة تصدرها اللجنة الدائمة للوقاية من الإشعاعات بجامعة الملك سعود ـ المملكة العربية السعودية

بسم الله الرحمن الرحيم

التلوث الاشعاعي للبيئة

اعداد

د. أحمد محمد السريع
مقرر اللجنة الدائمة للوقاية
من الاشعاعات

أ. حسن عثمان محمد
مسؤول الوقاية من الاشعاعات
بجامعة الملك سعود

مطابع جامعة الملك سعود

المحتويات

مقدمة

لاشك أن التلوث الاشعاعي للبيئة يعتبر من اهم مشاكل العصر الحديث التي تواجه جميع الكائنات الحية على سطح الكرة الارضية . فبالرغم من التقدم الكبير الذي احرزه الانسان في مختلف فروع العلم والتقنية الا أنه لا يزال حتى الان يعاني الكثير من مشاكل التلوث الاشعاعي للبيئة .

لذلك ومن هذا المنطلق تم وضع هذا الكتيب الذي يتضمن شرحا وافيا ومبسطا لمفهوم التلوث الاشعاعي للبيئة ، فمن خلاله نتعرف على مصادر الاشعاعات المختلفة التي يتعرض لها الانسان سواء كانت مصادر طبيعية أو مصادر صناعية منشرة في البيئة المحيطة .

ولما كانت الاشعاعات الذرية والمواد المشعة بصفة عامة تشكل خطرا كبيرا على حياة الانسان والكائنات الحية بما يصاحبها من ظواهر مرضية خطيرة مثل سرطان الدم والجلد والعظام والغدد وتأثيرها المباشر على الصفات الوراثية والقدرة على الانجاب وموت الاجنة والتشوه الخلقي . لذلك اضفنا بعض المعلومات الهامة والاساسية عن اثر التلوث الاشعاعي على مكونات البيئة وارتباطها المباشر بصحة الانسان والكائنات الحية .

ونظرا لشمولية هذه المخاطر وانتشار آثارها على المستوى العلمي فقد اهتمت كثير من المنظمات الدولية باساليب الوقاية والحماية من الاشعاعات الذرية والنووية وعززتها بجميع الامكانيات للاستمرار في اداء

رسالتها ومن هذه المنظمات التابعة لهيئة الامم المتحدة ، الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، اللجنة الدولية لدراسة آثار الاشعاع على الانسان والبيئة ، منظمة الاغذية والزراعة ، منظمة الصحة العالمية ، منظمة العمل الدولية ، هذا بالاضافة الى غيرها من المنظمات .

اللجنة الدائمة
للوقاية من الاشعاعات

مصادر التلوث الاشعاعي للبيئة

أ – مصادر طبيعية

١ - الاشعة الكونية

تطلق عادة على الاشعاعات القادمة من الفضاء الخارجي والصادرة من الشمس ونجوم مجرات الارض والمجرات الاخرى (الاشعة الكونية الابتدائية) والتي تتفاعل بدورها وتتصادم مع مكونات الغلاف الجوي للارض (جدول ١) منتجة انواع اخرى من الاشعاعات والمواد المشعة المتباينة مثل البروتونات والنيترونات والميزونات .... (الاشعة الكونية الثانوية) وتتفاوت نسبة وكثافة الاشعة الكونية التي تصل الى الارض تبعا لموقع سقوطها فنراها تزداد كلما ارتفعنا عن سطح البحر (جدول ٢) وفي المناطق القطبية وتقل في المناطق الاستوائية نتيجة تأثرها بمجال الارض المغناطيسي والذي يؤثر بدوره على عدد كبير من جسيمات الاشعة الكونية مكونا منطقة تحيط بالارض (ما عدا منطقة القطبين) تتميز بارتفاع مستواها الاشعاعي والتي امكن تحديد اتساعها بحزامي فان الن حيث يبعد الحزام الداخلي بحوالي ٤٠٠٠ كم والحزام الخارجي بحوالي ١٦٠٠٠ كم عن سطح الارض .

هذا وتمثل الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الانسان من الاشعة الكونية ٣٠٪ من قيمة الاشعاع الطبيعي الذي يتعرض له .

جدول ١

الجرعة الاشعاعية المكافئة التي تعرض لها رواد الفضاء في رحلة ابولو – ١١ عام ١٩٦٩م والتي اسغرقت ١٩٥ ساعة بوحدات الميللي سفرت

نوع الاشعاع	الجرعة الاشعاعية المكافئة
بروتونات	٢٢٠
نيترونات	١٢
نويات ثقيلة	٤٦
الكترونات + أشعة جاما	١

جدول ٢

التغير في معدل الجرعة الاشعاعية الفعالة تبعا للارتفاع عن مستوى سطح البحر

الارتفاع كيلو متر	معدل الجرعة الاشعاعية ميكروسيفرت/ساعة
٤	٠,٢
٨	١,٣٥
١٠	٣,
١٤	٧,٥
٢٠	١٢,٧٥

- السيفرت وحدة قياس الجرعة الاشعاعية الفعالة او المكافئة ويساوي ١٠٠٠ميللي سيفرت او ١٠ ميكروي سيفرت .

٢ - الهواء

يرجع تلوث الهواء الاشعاعي الى احتوائه على بعض الغـــازات او جزئيات المواد المشعة العالقة والتي كثيرا ما تعلق بذرات الغبار او قطـرات الماء المنتشرة به وهناك بعض العوامل المؤثرة على نسبة التلوث الاشـعاعي للهواء منها وجود طبقة جليدية على الارض ، تفاوت نســـبة الاتربـة والدخان في الهواء ، ظروف الزمان والمكان ، اتجاه الريـــح وســرعته ، استقرار الاحوال الجوية ....

ويعتبر غاز الرادون من أهم مصادر الاشعاع الطبيعي في الهـــواء وهو احد النويات المشعة الناتجة من تفكك سلسلة اليورانيـــوم — ٢٣٨ والثوريوم — ٢٣٢ وتعتبر النويدات الناتجة من تفكك الرادون المســؤول الاول عن الجرعة الاشعاعية البالغ قدرها ٧٥ , ٠ من الجرعة الفعالة الــتي يتعرض لها الانسان من مصادر الاشعاع الارضي و ٥, ٠ من المصـــادر المشعة الطبيعية مجتمعه .

وتتفاوت درجة تركيز غاز الرادون في الهواء الطلق تفاوتا كبـــيرا من مكان الى آخر ، كذلك داخل المنازل والاماكن المغلقة تبعا لنوعيـــة المواد المستخدمة في تشييد المباني وعلى سبيل المثـــال ، فـــان الخشـــب والطوب والخرسانة تنبعث منها كميات قليلة نسبيا من الـــرادون بينمـــا الجرانيت والجص الفوسفوري والطوب الاحمر الطفلي الناتج من صناعـــة الالمنيوم والخشب الناتج من الافران اللافحة من صناعة الحديد كلها تعتبر ذات نشاط اشعاعي كبير نسبيا .

ويعتبر الماء والغاز الطبيعي ايضا مصدر آخر من مصادر الرادون الا أن درجة تركيزه في هذه الحالة تعتبر قليلة جدا ولا تمثل خطورة كبيرة وخاصة وأن معظم استخدامات الماء للانسان يتطلب تسخينه او غليه لاعداد الطعام او المشروبات الساخنة مما يؤدي الى التخلص من جزء كبير جدا من الرادون الموجود في الماء نتيجة الحرارة . وهذا يعني انحصار دخول غاز الرادون الموجود في الماء الى جسم الانسان فقط نتيجة تناوله الماء البارد او الاستحمام به ، وهذا الجزء ايضاء يتخلص الجسم منه في اسرع وقت . ويتأثر تركيز غاز الرادون في الجو تبعا للزمان ، فهو يقل في الساعات الاولى من الصباح وخلال شهر مارس ويزداد خلال شهر اكتوبر من كل عام .

٣ - التربة

تنتشر المواد المشعة في التربة انتشارا كبيرا وتعطي جرعة اشعاعية للانسان تزيد احيانا عن الجرعة الاشعاعية الناتجة من الاشعة الكونية وتتفاوت كثافة الجرعة الاشعاعية الصادرة من التربة من مكان الى آخر بالكرة الارضية وذلك يرجع الى درجة تركيز المواد المشعة المستقرة فيها ونوعيتها . ففي مناطق الصخور الجرانيتية تزداد الجرعة الاشعاعية بينما تراها تقل في مناطق الصخور الجيرية والرملية والصخور التي تحتوي على مواد عضوية او اصداف بحرية . ومن أهم المواد المشعة المنتشرة في التربة بوتاسيوم — ٤٠ ، ربيديوم — ٨٧ النويات المشعة الناتجة من تفكك سلسلة اليورانيوم — ٢٣٨ والثوريوم — ٢٣٢ والراديوم — ٢٦٦ ، كربون — ١٤ .

٤ - الماء

تعتبر نسبة تركيز المواد المشعة في الغلاف المائي أقل كثيرا من تركيزها في مكونات التربة ويرجع تلوث الماء بالمواد المشعة الى اختلاط مياه الامطار اثناء سقوطها بغاز الرادون والثورون ومشتقاتهما الموجودة بالهواء كذلك الى الغبار الذري المنتشر به . اما المياه الجوفية فان نشاطها الاشعاعي يرجع بالدرجة الاولى الى تلامسها والتصاقها ببعض المواد المشعة المتواجدة بالتربة .

ويعتبر البوتاسيوم – ٤٠ والثوريوم – ٢٢٢ ذو تركيز مرتفع في مياه البحار بينما المياه الجوفية ومياه الآبار تحتوي على اعلى نسبة من اليورانيوم – ٢٣٨ والراديوم – ٢٢٦ . اما مياه النوافير والمياه المكشوفة فتزداد فيها نسبة غاز الرادون – ٢٢٢ ويلاحظ تفاوت اثر المادة المشعة في الماء تبعا للظروف المحيطة بها كالخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد المشعة والمواد المحيطة بمجرى الماء كذلك طبيعة التربة وسرعة تحرك المياه والاحوال الجوية والمناخية .... (جدول رقم ٣) .

جدول ٣

أهم الاشعاعات ومصادرها الطبيعية في مكونات البيئة

نوع الاشعة	مصدرها	مكان وجودها
الفا	غاز الرادون	الهواء
بيتا	الاشعة الكونية	الهواء
	غاز الرادون	الهواء
	البوتاسيوم	التربة + الماء
	اليورانيوم	التربة + الماء
	السترانشيوم	التربة
	الثوريوم	التربة + الماء
نيترونات	الاشعة الكونية	الهواء
بروتونات	الاشعة الكونية	الهواء
ميزونات	الاشعة الكونية	الهواء

٥ - جسم الانسان

نظرا لوجود بعض المواد المشعة في التربة والماء والهواء فمما لا شك فيه وصول هذه المواد المشعة الى داخل جسم الانسان بطريق مباشر او غير مباشر تبعا لظروف حياته وبيئته . ويحتوي جسم الانسان اساسا على عناصر البوتاسيوم — ٤٠ والكربون — ١٤ والراديوم — ٢٢٦ ويشكل عنصر البوتاسيوم — ٤٠ اهمية كبيرة جدا في جسم الانسان اذ تصدر منه اشعاعات جاما وبيتا ذات الطاقة المرتفعة وعمر النصف الكبير وتقدر الجرعة الاشعاعية السنوية التي يتعرض لها جسم الانسان نتيجة وجود البوتاسيوم — ٤٠ بحوالي ٢, ٠ مللي سيفرت لشخص وزنه ٧٠ كيلو جرام هذا ويتركز البوتاسيوم — ٤٠ في العضلات ويزيد في الذكور عن الاناث بمقدار ٢٠٪ وتقل نسبته بمرور السنين وخاصة بعد سن الستين بسبب ضمور العضلات .

اما عنصر الكربون — ١٤ فيعتبر العنصر الاساسي لكل انواع الحياة على الارض فهو يشارك في جميع العمليات الكيميائية والبيولوجية وتقدر الجرعة الاشعاعية الناتجة منه داخل جسم الانسان حوالي ٠١ , ٠ ميلي سيفرت في العام .

الانفجار مثل سرعة الرياح واتجاهها ودرجات الحرارة ودرجات الرطوبة وغير ذلك من العناصر المناخية الامر الذي يؤدي الى حدوث تساقط ذري على مناطق مختلفة من سطح الكرة الارضية نتيجة لهذه التفجيرات وعلى سبيل المثال وبصورة مصغرة ما شاهدناه ولاحظناه من التلوث الاشعاعي الذي حدث في بعض البلاد الاوروبية والاسيوية نتيجة لحادثة المفاعل السوفيتي في تشرنوبل .

٨ - الحوادث الاشعاعية

هناك مصادر اخرى للتلوث الاشعاعي غير التي تم ذكرها سابقا وهي الحوادث الاشعاعية وتقيم الحادثة الاشعاعية عادة تبعا لظروفها فهناك حوادث اشعاعية كبيرة وهذه الناتجة من المفاعلات النووية ومصانع معالجة الوقود النووي ومخازن المخلفات المشعة وهناك حوادث صغيرة نسبيا مثل تلك التي تحدث نتيجة استخدامات النظائر المشعة في المستشفيات والصناعة والزراعة والابحاث العلمية هذا بالاضافة الى حوادث الطرق (وسائل النقل الحاملة للمواد المشعة) .

ب - مصادر صناعية

١ - المفاعلات النووية

إن مصادر التلوث الناتج منها هو ما تخرجه من مداخنها بصفة مستمرة من النظائر المشعة نتيجة الانشطار النووي الحادث داخل المفاعلات واهم هذه المواد اليود المشع والغازات المشعة الخاملة مثل غاز الكريبتون — ٨٥ ، هذا بالاضافة الى ما يتصاعد من نواتج الانشطار غير الغازية مثل سترنشيوم — ٩٠ ، سترنشيوم — ٨٩ ، سيزيوم — ١٣٧

٢ - النظائر المشعة

لقد ازدادت كميات وانواع النظائر المشعة المنتجة بواسطة المفاعلات النووية والمعجلات النووية ازديادا مضطردا وسريعا وذلك نتيجة لما ثبت من فائدتها وفعاليتها في كثير من المجالات الحيوية مثل التشخيص والعلاج الطبي وتطبيقاتها في الصناعة والزراعة والبحوث المختلفة الاكاديمية والتطبيقية ومن اهم هذه النظائر الممنتجة يود — ١٣١ ، كوبالت — ٦٠ ، سيزيوم — ١٣٧ ، ايرديوم — ١٩٢ ، فسفور — ٣٢ ، كربون — ١٤ ، كريبتون — ٨٥ ، سترنشيوم — ٩٠ .

٣ - وقود الاقمار الصناعية وأبحاث الفضاء

تستخدم حاليا النظائر المشعة والمفاعلات الصغيرة كمصدر ثانوي للقوى المحركة للاقمار الصناعية والصواريخ حيث استخدم البلوتونيوم — ٢٣٨ لاول مرة في الاقمار الصناعية سنة ١٩٦٢م وفي حالة الحاجة الى مصدر قوي مرتفع تستخدم انواع معينة من المفاعلات الخفيفة الوزن مثل

مفاعل اليورانيوم المخلوط بهيدريد الزنك والمستخدم فيه معدن الصوديوم للتبريد والزئبق المغلي وتتخلص هذه المفاعلات من مخلفاتها المشعة عن فتحة العادم حيث تعتبر مصدر جديد لتلوث البيئة في طبقات الجو المختلفة وبالطبع تكون نسبة هذا التلوث كبيرة جدا في حالة الحوادث التي قد تحدث للاقمار الصناعية والتي تسبب تدميرها السريع في الجو .

٤ - مصانع معالجة الوقود النووي المحترق

لقد تبين من الناحيتين الاقتصادية والاستراتيجية اهمية معالجة الوقود النووي المحترق لاعادة استخدامه او لفصل بعض المواد المشعة ذات الطابع الاستراتيجي منه "البلوتونيوم — ٢٣٩" وعادة ما يتصاعد من مداخن هذه المصانع كميات كبيرة من النظائر المشعة مثل اليود — ١٣١ ، الكريبتون — ٨٥ ومشعات بيتا ومشعات الفا هذا الى جانب كميات البلوتونيوم — ٢٣٩ ، التي يصعب فصلها والتي يستدعي الامر اعتبارها مخلفات مشعة صلبة تدفن في باطن الارض .

٥ - المخلفات المشعة

نتيجة للازدياد المضطرد لاستخدامات الطاقة الذرية في الاغراض السلمية وخاصة ما له علاقة بتصنيع وتشغيل مفاعلات القوى ومعامل تصنيع ومعالجة الوقود النووي ازدادت كميات المخلفات المشعة الصلبة والسائلة والغازية على اختلاف انواعها هذا بالاضافة الى المخلفات المشعة الناتجة من استخدامات النظائر المشعة في المجالات الاخرى المختلفة مثل

الطب والزراعة والصناعة الامر الذي ادى ايضا الى زيادة كمية هذه المخلفات ، وبطبيعة الامر فانه من الضروري التحكم فيها بقدر الامكان لتقليل احتمال التلوث البيئي منها ، الا ان هذا التحكم سواء في باطن الارض او في قاع البحار او في التخفيف بواسطة الهواء لا يمكن اعتباره حالة امان كاملة تمنع تلوث البيئة فهي تسبب تلوث الثروة السمكية وتلوث المياه الجوفية وخلافه .

٦ - التساقط الذري المحلي من تجارب التفجيرات النووية

ان اهم نواتج التساقط المحلي هو ما ينتج من تجارب التفجيرات النووية تحت الارض او فوق سطح الارض والبحار والملاحظ ان ٩٠% من نواتج الانشطار يتصاعد من رأس السحابة الذرية التي تشبه في شكلها "عش الغراب" في حين ان ١٠% فقط تبقى في ساق السحابة الذرية وتتساقط محليا في مكان التفجير هذا الى جانب نواتج التنشيط الاشعاعي بالنيترونات المنبعثة من القنبلة وقت التفجير .

٧ - التساقط الذري على سطح الكرة الارضية الناتج من تجارب التفجيرات النووية

لا شك ان أي تفجيرات نووية تحدث فوق سطح الارض او البحار تتصاعد منها نواتج كثيرة للانشطار النووي الحادث من التفجير وان كمية كبيرة من النظائر المشعة الناتجة من الانشطار تنتشر على مستويات وارتفاعات مختلفة عن سطح الارض بل وتتعداها الى مناطق بعيدة جدا عن مكان التفجير وذلك تبعا للظروف البيئية الحادثة وقت

العناصر المشعة الملوثة للبيئة

أ – مصادر طبيعية

١ - الغلاف الجوي

* سلسلة تفكك اليورانيوم .
* سلسلة تفكك الثوريوم .
* الرادون .
* الثورون .
* كربون – ١٤ .
* ارجون – ٣٩ .
* برليوم – ٧ .
* برليوم – ١٠ .
* هيدروجين – ٣ .

٢ - القشرة الارضية

* سلسلة تفكك اليورانيوم .
* سلسلة تفكك الثوريوم .
* سلسلة تفكك الراديوم .
* بوتاسيوم – ٤٠ .
* كربون – ١٤ .

* روبيديوم – ٨٧ .

٣ - الغلاف المائي

* غاز الرادون ومشتقاته .
* بوتاسيوم – ٤٠ .
* ثوريوم – ٢٢٢ .
* يورانيوم – ٢٣٨ .
* راديوم – ٢٢٦ .

٤ - جسم الانسان

* بوتاسيوم – ٤٠ .
* كربون – ١٤ .
* راديوم – ٢٢٦ .

ب – مصادر صناعية :

١ - التفجيرات النووية

* سيزيزم – ١٣٧ .
* سترانشيوم – ٨٩ .
* سترانشيوم – ٩٠ .
* نيوبيوم – ٩٥ .
* زركونيوم – ٩٥ .
* كربون – ١٤ .

* يود — ١٣١ .

* باريوم — ١٤٠ .

* لنثانوم — ١٤٠ .

* يتريوم — ٩٠ .

٢ - المفاعلات النووية

* كريبتون — ٨٥ .

* سترانشيوم — ٩٠ .

* سترانشيوم — ٨٩ .

* سيزيوم — ١٣٧ .

* يود — ١٣١ .

* يود — ١٢٩ .

* زينون — ٥٤ .

* كربون — ١٤ .

٣ - مصانع الوقود النووي

* بلو تونيوم — ٢٣٩ .

* يود — ١٣١ .

* كريبتون — ٨٥ .

٤ - تطبيقات النظائر المشعة

* سيزيوم — ١٣٧ .

* كوبالت — ٦٠ .

* ايرديوم — ١٩٢ .

* كربون — ١٤ .

* فسفور — ٣٢ .

* سترانشيوم — ٩٠ .

* يود — ١٣١ .

الانسان ومدى ارتباطه بالتلوث الاشعاعي للبيئة

١ - تلوث الهواء

يؤدي تسرب المواد المشعة الى الجو سواء كانت مواد غازية او صلبة الى تلوث مياه الشرب والطعام بطريق مباشر او غير مباشر . لذلك يمكننا اعتبار الطعام والماء هو الطريق الحقيقي الذي يؤدي الى تلوث الجماهير بالمواد المشعة ولمعرفة الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الافراد نتيجة للطعام أو الشراب الملوث تجري القياسات والتحليلات اللازمة والمستمرة للحصول على هذه النتائج كما انه يمكن التنبؤ بدرجة تلوث الطعام من درجة تركيز بعض النظائر المشعة في الهواء وعلى سطح التربة ونظرا لان درجة تركيز المواد المشعة بالهواء تختلف اختلافا بينا تبعا للاحوال الجوية لذلك من الضروري اجراء قياسات مستمرة توضح التلوث من آن الى آخر .

٢ - تلوث الماء

هناك طرق كثيرة ومعقدة يتعرض بواسطتها الانسان لجرعات اشعاعية نتيجة لتسرب بعض المواد المشعة الى المجاري المائية (انهار ، محيطات ، بحيرات ...) ويلاحظ عند تسرب هذه المواد الى المجاري المائية ان مياه الشرب النابعة منها ومياه الري المستمدة منها للمزروعات واحيانا الاسماك والحيوانات المائية الموجودة في هذه المجاري المائية تمثل الطريق الرئيسي الذي يؤدي الى التعرض الاشعاعي للانسان .

وبالاضافة الى ما سبق فهناك طرق اخرى تؤدي الى التعرض الاشعاعي للانسان مثل تلوث شباك الصيد والشواطيء وعلى العموم فان المواد المشعة ذات نصف العمر القصير لا تمثل خطرا كبيرا بالنسبة لمياه الشرب الا انه من الضروري اخذ عينات وبصفة مستمرة من مياه الشرب ، الاسماك ، قاع المجرى المائي ، النباتات المائية وتحليلها بالنسبة للنظائر المشعة الهامة المتسربة الى المجرى المائي .

٣ - تلوث التربة

ترجع خطورة وجود المواد المشعة في التربة الى امكانية تسربها الى النباتات والحيوانات وتوجد هذه المواد في صورة ذائبة اول غير ذائبة وتعتبر المواد الذائبة اكثر اهمية وخطورة وذلك لاحتمال تسربها السريع الى الاجسام الحية وكذلك فان المواد الصلبة تشكل خطرا آخر بتسربها فوق التربة وتطايرها بواسطة الهواء ويعتبر "سترنشيوم – ٩٠" اول نظير يجب تتبعه وتقدير قيمته في التربة والمواد الغذائية لخطورته البالغة على الانسان .

٤ – تلوث الطعام

تحليل الطعام وخاصة لبن الاطفال له اهمية كبرى في عملية تقديـــر المواد المشعة المتسربة الى جسم الانسان الا ان اختيار عينـــات الطعـــام وتحليلها يعتمد اساسا على ظروف انتاجـــها وتواجدهـــا وتوزيعـــها . وعموما فان المواد الهامة في طعام الانسان والتي يجري عليها اختبـــارات دائمة هي سترشيوم – ٩٠ ، سترشيوم – ٨٩ ، سزيزم – ١٣٧ ، يـــود – ١٣١ ، راديوم – ٢٢٦ ، حيث تشكل خطرا كبيرا على الانســـان لطول فترة عمر النصف لها .

٥ – تلوث النبات

ان مسؤولية تسرب المواد المشعة الى الانسان عن طريق النبـلت لا تعتمد فقط على تناول الانسان المباشر لهذه النباتات ولكن تعتمد ايضـــا على تناوله لها بطريق غير مباشرة كتناوله اللبن واللحوم ويلاحظ عنـــد وجود جزيئات مشعة بالهواء فانها تتسرب الى داخل جسم النبات اما عن طريق ترسبها على سطحه الخارجي او امتصاص الجذر لها بعد تســاقطها على التربة وذوبانها ، وتؤخذ العينات للتحليل اما في حالتها النباتيـــة او بعد وضعها في صورة طعام جاهز للتداول .

المنافذ الرئيسية لتعرض الانسان وتلوثه بالمواد المشعة الملوثة للبيئة

١ - التعرض الاشعاعي الخارجي

ويحدث نتيجة تعرض الانسان المباشر لمشعات جاما وبيتا (نظـــرا لقصر مدى جسيمات الفا فانها لا تمثل خطورة مـــن ناحيـــة التعـــرض الاشعاعي الخارجي) وهناك عدة عوامل تتحكـــم في مقـــدار الجرعـــة الاشعاعية التي يتعرض لها الفرد نذكر منها :

* معدل التسرب الاشعاعي في الهواء .
* مدة التعرض الاشعاعي .
* الظروف الجوية والمناخية .
* حجم الغبار الذري الذي يتعرض له الفرد .
* الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة المشعة .

٢ - التعرض الاشعاعي الداخلي

ويقصد به التلوث الاشعاعي داخل جسم الانسان ويحدث نتيجـة تنفس او بلع المادة المشعة او المواد الملوثة اشعاعيا كذلك عـــن طريـــق الجروح ومسام الجلد . وفيما يلي بعض العوامل التي تتحكم في مـــدى التلوث الاشعاعي الداخلي للانسان :

جميع العوامل التي سبق ذكرها بالنسـبة للتعـرض الاشـعاعي الخارجي بالاضافة الى :

* نوع الغذاء الذي يتناوله الفرد .
* درجة ذوبان المادة المشعة .
* كمية المعادن المذابة وكمية المادة العالقة .
* الظروف الزراعية .
* الاس الهيدروجيني للتربة المستخدمة لزراعة النبات .
* نسبة الكالسيوم في التربة ودرجة عمق جذور النبات .
* درجة تحرك الاسماك والنباتات والطحالب المائية .
* خصائص الترسبات في قاع المحيط او البحر او النهر .
* العادات الغذائية للشعوب .

بعض مصادر التعرض والتلوث الاشعاعي في حياتنا اليومية

فيما يلي عرض سريع لبعض مصادر التعرض والتلوث الاشعاعي في حياتنا اليومية

* الاشعة السينية المستخدمة في التشخيص والعلاج الطبي (اشـعة سينية) .
* النظائر المشعة المستخدمة في التشخيص والعلاج الطبي (مشعات الفا وبيتا وجاما) .

* التلفزيون وشاشات الكمبيوتر (اشعة سينية) (جدول ٤) .

* بعض الاجهزة الالكترونية والكهربائيـــة (كربتـــون — ٨٥ ، برامسيوم — ١٤٧ ، ثوريوم — ٢٢٧) .

* المجوهرات المشعة (يورانيوم — ٢٣٨) .

* مواد البناء (يورانيوم — ٢٣٨ ، نظائر غاز الرادون) .

* العدسات والسيراميك (يورانيوم — ٢٣٨) .

* صخور الفوسفات (يورانيوم — ٢٣٨) .

* كواشف الدخان (برامسيوم — ١٤٧) .

* منتجات التلميع بواسطة الاشعاع (راديوم — ٢٦٦ ، برامسيوم — ١٤٧) .

* الغازات والدخان المتصاعد من محطات القوى العادية التي تعمل بالفحم (راديوم — ٢٢٨ ، راديوم — ٢٢٦ ، بوتاسيوم — ٤٠ ، يورانيوم — ٢٣٨ ، بولونيوم — ٢١٠) .

* الغازات والدخان المتصاعد من محطات القوى النووية (كريبتون — ٨٥ ، سترانشيوم — ٩٠ ، سترانشيوم — ٨٩ ، ســـــزيوم — ١٣٧ ، يود — ١٣١ ، يود — ١٢٩ ، كربون — ١٤ ، زينون — ٥٤ ، تريتيوم — ٣) .

جدول ٤

معدل الجرعة الاشعاعية الصادرة من اجهزة التلفزيون الملونة اثناء تشغيلها

مساحة الشاشة	مكان ومعدل الجرعة الاشعاعية – ميكروسيفرت/ساعة	
	ملاصق لوسط الشاشة	ملاصق لجدار الجهاز
١٢	٠,١٢	٠,٠١
١٤	٠,١٤	٠,٠١
١٨	٠,١٨	٠,٠٢
٢٠	٠,٤٠	٠,٠٥
٢٥	٠,٧١	٠,٠٦

كيفية حساب الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الفرد من عامة الجمهور خلال عام نتيجة التعرض للمصادر الاشعاعية الطبيعية والصناعية بوحدات الميللي سيفرت

مصدر الاشعــــــــــــــــــاع	الجرعة الاشعاعية
أ – مصادر اشعاعية طبيعية : ١ – الاشعة الكونية والخلفية الاشعاعية عند سطح البحر	٠,٤٦ ميللي سيفرت
٢ – جدران المنازل : (غاز الرادون) – جدران خرسانية (٠,٦٠ ميللي سيفرت) - جدران حجرية (٠,٣٥ ميللي سيفرت) - جدران خشبية (٠,٥٠ ميللي سيفرت) - جدران جرانيتية (١,٢٠ ميللي سيفرت)	
٣ – التربة	٠,٤٦ ميللي سيفرت
٤ – الهواء + الماء + الطعام + جسم الانسان	٠,٥٥ ميللي سيفرت
اجمالي الجرعة الاشعاعية السنوية الناتجة من المصادر الطبيعية	ميللي سيفرت
ب – مصادر اشعاعية صناعية : ١ – السفر بالطائرات – ٠,٠١ مللي سيفرت لكل ٢٥٠٠ كيلومتر طيران	
٢ – مشاهدة التلفزيون الملون – عدد ساعات المشاهدة اليومية × ٠,٠٢ ميللي سيفرت	
٣ – التصوير الطبي بالاشعة السينية - عدد صور اشعة الصدر × ٠,٠٨ ميللي سيفرت . - عدد صور اشعة المعدة × ٢,٤٤ ميللي سيفرت . - عدد صور اشعة الاسنان × ٠,٠٤ مللي سيفرت . - عدد صور اشعة الجمجمة × ٠,٢٢ ميللي سيفرت .	
اجمالي الجرعة الاشعاعية السنوية الناتجة من المصادر الصناعية	ميللي سيفرت

كيفية حساب الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الفرد من عامة الجمهور خلال عام نتيجة التعرض للمصادر الاشعاعية الطبيعية والصناعية بوحدات الميللي سيفرت

مصدر الاشعـــــــــــــاع	الجرعة الاشعاعية
أ – مصادر اشعاعية طبيعية :	
١ – الاشعة الكونية والخلفية الاشعاعية عند سطح البحر	٠,٤٦ ميللي سيفرت
٢ – جدران المنازل : (غاز الرادون) - جدران خرسانية (٠,٦٠ ميللي سيفرت) - جدران حجرية (٠,٣٥ ميللي سيفرت) - جدران خشبية (٠,٥٠ ميللي سيفرت) جدران جرانيتية (١,٢٠ ميللي سيفرت)	٠,٣٥ ميللي سيفرت
٣ – التربة	٠,٤٦ ميللي سيفرت
٤ – الهواء + الماء + الطعام + جسم الانسان	٠,٥٥ ميللي سيفرت
اجمالي الجرعة الاشعاعية السنوية الناتجة من المصادر الطبيعية	١,٨٢ ميللي سيفرت
ب – مصادر اشعاعية صناعية : ١ – السفر بالطائرات - ٠,٠١ مللي سيفرت لكل ٢٥٠٠ كيلومتر طيران (١٠٠٠٠ كم)	٠,٠٤ ميللي سيفرت
٢ – مشاهدة التلفزيون الملون عدد ساعات المشاهدة اليومية × ٠,٠٢ ميللي سيفرت (٣ ساعات)	٠,٠٦ ميللي سيفرت
٣ – التصوير الطبي بالاشعة السينية - عدد صور اشعة الصدر × ٠,٠٨ ميللي سيفرت ٢ صورة - عدد صور اشعة المعدة × ٢,٤٤ ميللي سيفرت - عدد صور اشعة الاسنان × ٠,٠٤ مللي سيفرت ٤ صور - عدد صور اشعة الجمجمة × ٠,٢٢ ميللي سيفرت .	٠,١٦ ميللي سيفرت ٠,١٦ ميللي سيفرت
اجمالي الجرعة الاشعاعية السنوية الناتجة من المصادر الصناعية	٠,٤٢ ميللي سيفرت

نموذج لملىء الاستبيان

المراجع العربية

١ – " التلوث الاشعاعي للبيئة ووسائل الوقاية منه " – أ.د. كمال الدين عبدالعزيز محمود – سلسلة محاضرات – المجمع الثقافي العلمي – القاهرة ١٩٦٦ .

٢ – " تلوث البيئة والاشعاع والامان " – د. محمد أحمد جمعه – مكتبة الخريجي – الرياض عام ١٩٨٥ .

٣ – " المواد المشعة ومعدلات التلوث الخارجي للعاملين بها " حسن عثمان محمد – مجلة رسالة العلم – المجلد ٣٧ صفحة ٣ – جمعية خريجي كليات العلوم – القاهرة ، عام ١٩٧٠ .

٤ – " المسح الاشعاعي البيئي حول المفاعلات ومنشآت الطاقة النووية" حسن عثمان محمد – مجلة رسالة العلم – المجلد ٣٦ صفحة ٢٤٤ – جمعية خريجي كليات العلوم – القاهرة عام ١٩٦٩ .

٥ – " تلوث البيئة بالمواد المشعة " – أحمد طاهر عبدالفتاح – مجلة رسالة العلم – المجلد ٣٩ صفحة ٧ – جمعية خريجي كليات العلوم – القاهرة عام ١٩٧٢.

Reference

1 - International Atomic Energy Agency , "Radiation and Society : Comprehending Radiation Risk." , Proceedings , IAEA – CN – 54 , (1996).

2 - International Atomic Energy Agency , "Environmental Impact of Radioactive Releases." , Proceeding , IAEA – SM – 339 , (1995) .

3 - Institute of civil Engineers , glasgow , "Nuclear Contamination of Water Resources ." , proceedings , Thomas Terfold , London , (1989) .

4 - International Atomic Energy Agency , "Measnrements of Radio Nuclides in food and Environment ." Technical Reports Series No . 295 , IAEA , Vienna (1989) .

5 - Livens , F.R., Quarmby , C., "Sources of Variation in Environmental Radiochemical Analysis . " Enviroment International 15 (1988) 71 .

6 - Eisenbud , M . , "Environmental Radioactivty , 3 rde dn , Acadimic press New york (1987) .

7- Intenational Commission on Radiological protection , "Radionuclide Release into the Environment , Pergamon press , Oxfoed and New york , (1978) .

8 - Yng – Shlang . W., "Measurement of Ionizing Radiation from Colour Television Receivers by Thermoluminescent Dosimeters." , Health physics Journal , Vol. 28 , P.78, (1975) .

9 - Jaworowski , Z. et al. , "Artificial Sources of Natural Radionuclides in Environment . " , Natural Radiation Environment , CONF – 720805 , DOE Symp . Ser . ,Washington , Dc. (1972) .

10 - Wollenberg , H.A., Smith , A.R., " The Natural Radiation Environment". (Edited by J.A.S. Adams and W.M. Lowder.) Rice university , semi-centennial pub., (1963) .

11 – Eisenbud , M. , "Environmental Radioactivity , Macgraw-Hill , New york (1963) .